

**Servo-controlled steering for motor vehicle driven-steered wheels**

10/523,139

**Publication number:** DE19536989**Publication date:** 1996-04-11**Inventor:** YAMAMOTO YORIHISA (JP); NISHI YUTAKA (JP);  
NISHIMORI TAKASHI (JP); TOKUNAGA HIROYUKI  
(JP); MACHINO HIDEKI (JP)**Applicant:** HONDA MOTOR CO LTD (JP)**Classification:****- international:** **B62D6/00; B62D5/04; B62D6/04; B62D6/00; B62D5/04;**  
**B62D6/04; (IPC1-7): B62D6/00; B62D101/00;**  
**B62D111/00; B62D113/00; B62D119/00; B62D125/00;**  
**B62D127/00; B62D153/00****- European:** B62D6/04**Application number:** DE19951036989 19951004**Priority number(s):** JP19940264593 19941004**Also published as:**

US5845222 (A1)

JP8104249 (A)

**Report a data error here****Abstract of DE19536989**

The steering is applied via a manually controlled torque. A servo steering system (10) applies a servo torque to correct for external influences on the steering. These comprise slewing forces, detected by slew sensors and power steer. The latter is corrected by monitoring the driving torque on the steered wheels and the vehicle speed. The steering reaction force generated by the slew forces and by the power steer are computed and used to generate the correction signals for the servo steering. The correction force varies in relation to the vehicle speed and the levels of the outside forces. For small traction forces the correction is low.

.....  
Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

AU  
12 Offenlegungsschrift  
10 DE 195 36 989 A 1

10/523,139  
51 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 62 D 6/00  
// B 62 D 119:00,  
111:00, 101:00, 113:00,  
125:00, 127:00, 153:00

21 Aktenzeichen: 195 36 989.0  
22 Anmeldetag: 4. 10. 95  
43 Offenlegungstag: 11. 4. 96

DE 195 36 989 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31  
04.10.94 JP P 6-264593

71 Anmelder:  
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:  
H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

72 Erfinder:  
Yamamoto, Yori-hisa, Wako, Saitama, JP; Nishi,  
Yutaka, Wako, Saitama, JP; Nishimori, Takashi,  
Wako, Saitama, JP; Tokunaga, Hiroyuki, Wako,  
Saitama, JP; Machino, Hideki, Wako, Saitama, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Lenksteuersystem für ein Fahrzeug

57 Es wird ein Lenksteuersystem für ein Fahrzeug vorgeschlagen, bei dem ein Stelldrehmoment in herkömmlicher Weise nach Maßgabe eines auf ein Lenkrad aufgebracht Lenkdrehmoments auf lenkbare Räder aufgebracht wird und ein zusätzliches Stelldrehmoment nach Maßgabe eines Seitendynamikzustands des Fahrzeugs durch einen Elektromotor auf das Lenkrad aufgebracht wird, um die Seitenstabilität des Fahrzeugs selbst bei Vorhandensein äußerer Störeinflüsse, wie beispielsweise Seitenwind, zu steuern. Derartige äußere Störeinflüsse werden als Seitendynamikzustand des Fahrzeugs erfaßt, beispielsweise als Gierrate des Fahrzeugs. Das Lenksteuersystem erzeugt eine Lenkreaktion, die einem solchen Seitendynamikzustand entgegenwirkt, indem das zusätzliche Stelldrehmoment auf die lenkbaren Räder aufgebracht wird, so daß das Fahrzeug trotz solcher äußeren Störeinflüsse einen geraden Kurs halten kann, ohne daß hierzu absichtliche Anstrengungen des Fahrers erforderlich sind. Als eine Form äußerer Störungen können auch aus der auf angetriebene lenkbare Räder ausgeübten Antriebskraft entstehende Antriebseinflüsse unter Kontrolle gehalten werden. Insbesondere ist es durch Verstärken des Lenkreaktionsdrehmoments bei großer Antriebskraft möglich, die Einflüsse von Antriebszerren unter beliebigen Betriebsbedingungen vorteilhaft zu kontrollieren.

DE 195 36 989 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 96 602 015/559

13/28

Die Erfindung betrifft ein Lenksteuersystem für ein mit angetriebenen lenkbaren Rädern ausgestattetes Fahrzeug und insbesondere ein Lenksteuersystem, welches ein Lenkdrehmoment zu erzeugen vermag, das ein unerwünschtes Verhalten des Fahrzeugs zu korrigieren versucht, wenn das Fahrzeug Antriebseinflüssen auf die Lenkung (d. h. ein den Fahrkomfort beeinträchtigendes Zerren in der Lenkung, engl. "torque steer"), Seitenwind oder anderen äußeren Störeinflüssen ausgesetzt ist.

Fahrzeuge mit Vorderradantrieb oder Vierradantrieb mit angetriebenen lenkbaren Rädern haben häufig die Neigung, daß die lenkbaren Räder beim Anfahren oder Beschleunigen des Fahrzeugs spontan in irgendeine Richtung gelenkt werden, wodurch das Fahrzeug ein vom Fahrer nicht vorhersehbares Verhalten zeigen kann. Dies wird "Antriebszerren" (engl. "power steer") genannt und tritt beispielsweise aufgrund der asymmetrischen Anordnung der Achsen der lenkbaren Räder auf. Wenn das Fahrzeug solche Antriebseinflüsse auf die Lenkung erfährt, muß der Fahrer ein den Antriebseinflüssen entgegengerichtetes Lenkdrehmoment aufbringen, um das Fahrzeug auf geradem Kurs zu halten.

Es wurde der Vorschlag gemacht, sich im voraus ein Referenzmodell für das Gierverhalten zu definieren, welches gemäß dem Lenkwinkel und optional anderen Faktoren eine Referenz-Gierrate erzeugt, und das von dem Elektromotor des Servolenksystems zu erzeugende Ist-Lenk-drehmoment nach Maßgabe der Abweichung der Ist-Gierrate von der infolge der Ist-Lenkeingabe erwarteten Referenz-Gierrate zu bestimmen. Dieses früher vorgeschlagene Lenksteuersystem würde auf Antriebseinflüsse so wie auf jede äußere Störung antworten und könnte ein Lenkreaktionsdrehmoment dergestalt auf die lenkbaren Räder aufbringen, daß die Wirkung der Antriebseinflüsse aufgehoben wird.

Allerdings ist dieses Lenksteuersystem in niederen Geschwindigkeitsbereichen relativ unempfindlich gegenüber der erfaßten Gierrate, weil das von dem Steuersystem in Antwort auf eine Gierrate erzeugte Lenkreaktionsdrehmoment anderenfalls den vom Fahrer zur Lenkung des Fahrzeugs in niederen Geschwindigkeitsbereichen erforderlichen Kraftaufwand übermäßig erhöhen würde. In niederen Geschwindigkeitsbereichen ist es wesentlich, daß der zur Lenkung des Fahrzeugs erforderliche Kraftaufwand minimiert ist und der Fahrer das Fahrzeug in begrenztem Raum ohne große Kraftanstrengung bedienen kann. Daher ist das früher vorgeschlagene Lenksteuersystem nicht geeignet, um den Antriebseinflüssen entgegenzuwirken, die bei einer Beschleunigung des Fahrzeugs aus dem Stillstand auftreten. Kurz gesagt war es nicht möglich, sowohl eine wirkungsvolle Kontrolle der Antriebseinflüsse als auch eine leichte Manövrierbarkeit in niederen Geschwindigkeitsbereichen zu erreichen.

Die aus den Antriebseinflüssen, die bei einer Beschleunigung des Fahrzeugs aus einem mittleren Geschwindigkeitsbereich hervorgerufen werden, resultierende Gierrate ist im Vergleich zu der durch äußere Störungen, wie beispielsweise Seitenwind, typischerweise hervorgerufenen Gierrate relativ groß. Das früher vorgeschlagene Lenksteuersystem, das dazu ausgelegt ist, die Wirkung solcher äußeren Störungen auszugleichen, kann daher die Antriebseinflüsse in mittleren Geschwindigkeitsbereichen nicht hinreichend unter Kontrolle bringen.

Angesichts dieser Probleme des früher vorgeschlage-

nen Fahrzeug-Lenksteuersystems ist eine vorrangige Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Fahrzeug-Lenksteuersystem bereit zustellen, das die Einflüsse äußerer Störungen, wie beispielsweise Seitenwind, ausgleichen und gleichzeitig die Antriebseinflüsse auf die Lenkung des Fahrzeugs beherrschen kann.

Eine zweite Aufgabe der Erfindung ist, ein Fahrzeug-Lenksteuersystem bereit zustellen, das die Antriebseinflüsse auf die Lenkung des Fahrzeugs beherrschen kann, ohne seine Fähigkeit zu beeinträchtigen, das Fahrzeug gegen äußere Störungen, wie beispielsweise Seitenwind, zu stabilisieren.

Eine dritte Aufgabe der Erfindung ist, ein Fahrzeug-Lenksteuersystem bereitzustellen, das die Antriebseinflüsse auf die Lenkung des Fahrzeugs in allen Geschwindigkeitsbereichen beherrschen kann.

Erfindungsgemäß werden diese und weitere Aufgaben durch ein Lenksteuersystem für ein mit angetriebenen lenkbaren Rädern ausgestattetes Fahrzeug gelöst, umfassend:

manuelle Lenkdrehmoment-Eingabemittel zum manuellen Aufbringen eines manuellen Lenkdrehmoments auf die lenkbaren Räder, Servolenkstellmittel zum Aufbringen eines Stellenkrehmoments auf die lenkbaren Räder, einen Gierratensensor zum Erfassen der Gierrate des Fahrzeugs, Antriebskraftberechnungsmittel zum Berechnen einer Antriebskraft der angetriebenen lenkbaren Räder, Steuermittel, um gemäß der erfaßten Gierrate ein zu dem von den Servolenkstellmitteln erzeugtes Stelldrehmoment zu bestimmendes Lenkreaktionsdrehmoment zu bestimmen, und Modifizierungsmittel, um gemäß der von den Antriebskraftberechnungsmitteln berechneten Antriebskraft das von den Steuermitteln bestimmte Lenkreaktionsdrehmoment zu modifizieren, wobei ein durch die Antriebskraft der angetriebenen lenkbaren Räder in dem Fahrzeug erzeugtes Lenkdrehmoment durch das von den Steuermitteln bestimmte und durch die Modifizierungsmittel modifizierte Lenkreaktionsdrehmoment unter Kontrolle gehalten wird.

Auf diese Weise können auch Antriebseinflüsse, die von der aufangetriebene lenkbare Räder ausgeübten Antriebskraft herrühren, als eine Form vieler möglicher äußerer Störungen beherrscht werden. Insbesondere ist es durch Verstärken des Lenkreaktionsdrehmoments bei großer Antriebskraft möglich, die Einflüsse des Antriebszerrens unter beliebigen Betriebsbedingungen zu beherrschen. Beispielsweise können die Modifizierungsmittel das von den Steuermitteln bestimmte Lenkreaktionsdrehmoment im wesentlichen unverändert halten, wenn die Antriebskraft relativ klein ist, und das von den Steuermitteln bestimmte Lenkreaktionsdrehmoment verstärken, wenn die Antriebskraft relativ groß ist.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfaßt das Stellenkrehmoment ein Hilfslenkdrehmoment, das im wesentlichen proportional zum manuellen Lenkdrehmoment ist, sowie das Lenkreaktionsdrehmoment, welches äußeren Störungen entgegenwirkt, wobei das Lenkreaktionsdrehmoment im Sinne einer Aufhebung der erfaßten Ist-Gierrate gerichtet ist. Das Lenkreaktionsdrehmoment kann ferner aus der Summe aus einem ersten Term, welcher im wesentlichen proportional zu einer von dem Gierratensensor erfaßten Ist-Gierrate ist, und einem zweiten Term bestehen, welcher im wesentlichen proportional zu einer Lenkgeschwindigkeit ist, wobei das Lenkreaktionsdrehmoment der Drehung eines Lenkrads entgegengerichtet ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der beige-fügten Zeichnungen näher erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1 eine schematische Ansicht, welche ein erfindungsgemäßes Fahrzeug-Lenksteuersystem allgemein darstellt,

Fig. 2 ein Blockdiagramm, das den prinzipiellen Aufbau des Fahrzeug-Lenksteuersystems zeigt,

Fig. 3 ein Flußdiagramm, das den Hauptsteuerungsablauf des Fahrzeug-Lenksteuersystems zeigt,

Fig. 4 ein Flußdiagramm, das den Schritt 1 der Fig. 3 im einzelnen zeigt,

Fig. 5 ein Flußdiagramm, das den Schritt 2 der Fig. 3 im einzelnen zeigt,

Fig. 6 ein Flußdiagramm, das den Schritt 3 der Fig. 3 im einzelnen zeigt,

Fig. 7 ein Blockdiagramm, das aus Fig. 2 die Berechnungseinheit 27 für die aktive Lenkreaktion im einzelnen zeigt,

Fig. 8 ein Blockdiagramm, das die Berechnungsweise der Antriebskraft  $F$  darstellt,

Fig. 9 graphische Darstellungen, welche die Abhängigkeit von Wichtungsfunktionen  $f_1$  und  $f_2$  von der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  zeigen, und

Fig. 10 eine graphische Darstellung, welche die Beziehung zwischen einem Korrektorkoeffizienten  $K$  und der Größe der Antriebskraft  $F$  der lenkbaren Räder zeigt.

Das Fahrzeug-Lenksteuersystem der Fig. 1 umfaßt eine Erzeugungseinheit 1 zur Erzeugung einer manuellen Lenkkraft sowie eine von einem Elektromotor angetriebene Erzeugungseinheit 2 zur Erzeugung einer Hilfslenkkraft. Eine integral mit einem Lenkrad 3 verbundene Lenkwelle 4 ist über ein Kreuz- oder Kardan-gelenk 5 an ihrem unteren Ende mit einem Zahnrad 6 eines Zahnstangentriebs verbunden. Der Zahnstangen-trieb umfaßt ferner eine Zahnstange 7, die in Seitenrichtung des Fahrwerks des Fahrzeugs bewegt werden kann und mit dem Zahnrad 6 kämmt. Die beiden Enden der Zahnstange 7 sind über Spurstangen 8 mit den Spurbel-nen des rechten und linken Vorderrads 9 verbunden. Insoweit ist der Aufbau herkömmlich, und es kann die normale, auf der Verwendung des Zahnstangentriebs basierende Lenkwirkung erzielt werden.

Die Zahnstange 7 durchsetzt koaxial einen Elektromotor 10. Im speziellen durchsetzt die Zahnstange 7 einen Hohlrotor mit einem Antriebsschraubrad 11, welches mit einem getriebenen Schraubrad 13 kämmt, das an einem axialen Ende einer sich parallel zur Zahnstange 7 erstreckenden Schraubspindel 12 eines Kugelschraubmechanismus angebracht ist. Eine Mutter 14 des Kugelschraubmechanismus ist fest mit der Zahnstange 7 verbunden.

Die Lenkwelle 4 ist mit einem Lenkwinkelsensor 15 zur Erzeugung eines Signals, das dem Drehwinkel des Lenkrads 3 entspricht, sowie einem Drehmomentsensor 16 zur Erzeugung eines Signals, das einem auf die Lenkwelle 4 aufgebrachten Lenkdrehmoment entspricht, versehen. Das Fahrwerk des Fahrzeugs trägt einen Seitenbeschleunigungssensor 17 zur Erzeugung eines Signals, das der auf das Fahrwerk einwirkenden Seitenbeschleunigung entspricht, einen Gierratensensor 18 zur Erzeugung eines Signals, das der Gierrate (Winkelgeschwindigkeit der Gierbewegung) des Fahrwerks entspricht, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 19 zur Erzeugung eines Signals, das der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs entspricht, einen Längsbeschleunigungssensor 20 zur Erzeugung eines Signals, das der Beschleunigung des Fahrwerks in Längsrichtung entspricht, einen Drosselsensor 21 zur Erzeugung eines Si-

gnals, das dem Öffnungswinkel eines Drosselventils (oder alternativ einem Einlaßunterdruck) des Motors entspricht, einen Motordrehzahlsensor 22 zur Erzeugung eines Signals, das der Drehzahl des Motors entspricht, sowie einen Gangstellungssensor 23 zur Erzeugung eines Signals, das der Gangstellung eines Getriebes entspricht.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind das Lenkrad 3 sowie die lenkbaren Räder oder Vorderräder 9 mechanisch miteinander verbunden. Ein durch Verarbeitung der Ausgangssignale der verschiedenen Sensoren 15 bis 23 erhaltenes Steuersignal wird über eine Steuereinheit 24 und einen Treiberkreis 25 dem Elektromotor 10 zugeführt, so daß das Ausgangsdrehmoment des Elektromotors 10 wie erforderlich gesteuert werden kann.

In Fig. 2 empfängt die Steuereinheit 24 die Ausgangssignale des Lenkwinkelsensors 15, des Lenkdrehmomentsensors 16, des Seitenbeschleunigungssensors 17, des Gierratensensors 18, des Fahrzeuggeschwindigkeitssensors 19, des Längsbeschleunigungssensors 20, des Drosselsensors 21, des Motordrehzahlsensors 22 und des Gangstellungssensors 23. Diese Ausgangssignale werden einer Steuereinheit 26 für die elektrische Servolenkung, einer Berechnungseinheit 27 für die aktive Lenkreaktion sowie einer Antriebskraftberechnungseinheit 28 zugeführt. Die Ausgänge dieser Einheiten werden einer Ausgangsstrombestimmungseinheit 29 zugeführt, so daß ein elektrischer Soll-Strompegel für den Elektromotor 10 bestimmt werden kann.

Die Steuereinheit 26 für die elektrische Servolenkung steuert die normale Servounterstützung der Lenkkraft oder des Stelldrehmoments für die lenkbaren Vorderräder 9. Diese Steuereinheit 26 kann optional in der Lage sein, das Soll-Stelldrehmoment nach Maßgabe der Seitenbeschleunigung und der Gierrate zu bestimmen.

Die Berechnungseinheit 27 für die aktive Lenkreaktion berechnet das Soll-Stelldrehmoment nach Maßgabe der Ausgangssignale der verschiedenen Sensoren 15 bis 23 sowie eines Algorithmus, der nachfolgend beschrieben wird. Die Ausgangsstrombestimmungseinheit 29 bestimmt das Soll-Antriebsstromsignal, das proportional zur Abweichung des von dem Drehmomentsensor 16 erhaltenen Ist-Lenkdhrehmoments vom Wert des Soll-Lenkdhrehmoments ist oder anderenfalls dieser Abweichung entspricht. Das Soll-Antriebsstromsignal ist vom Vorzeichen her dieser Abweichung entgegengerichtet.

Der so erhaltene Soll-Antriebsstromwert wird dem Treiberkreis 25 zugeführt. Dieser Treiberkreis 25 steuert den Elektromotor 10, beispielsweise mittels PWM-Steuerung. Ein von einem Stromerfassungssensor erhaltener, aktuell erfaßter Stromwert wird zum Eingangssignal für den Treiberkreis 25 oder zum Soll-Antriebsstromwert rückgeführt.

In der sich in der Steuereinheit 24 befindenden Berechnungseinheit 27 für die aktive Lenkreaktion wird der durch das Flußdiagramm der Fig. 3 gezeigte Prozeß zyklisch mit einer vorgeschriebenen Periode ausgeführt. Zunächst werden in Schritt 1 die Ausgangssignale der verschiedenen Sensoren und der durch die Antriebskraftberechnungseinheit 28 berechnete Antriebskraftwert ausgelesen und die Lenkwinkelgeschwindigkeit berechnet. In Schritt 2 wird die Lenkreaktion  $TA$  bestimmt. Für die Soll-Lenkreaktion wird in Schritt 3 eine Grenze festgesetzt; dieses Steuersignal wird in Schritt 4 zum Ausgang der Steuereinheit 26 für die elektrische Servolenkung hinzuaddiert.

Der Steuerprozeß wird im einzelnen mit Bezug auf die Fig. 4 bis 7 beschrieben. Schritt 1 umfaßt gemäß Fig. 4 die folgenden Teilschritte. Als erstes wird der Lenkwinkel  $\theta$  gelesen (Schritt 21) und die Lenkwinkelgeschwindigkeit  $d\theta/dt$  berechnet, indem der Lenkwinkel  $\theta$  nach der Zeit abgeleitet wird (Schritt 22). Dann werden die Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$ , die Gierrate  $\gamma$  und die Antriebskraft  $F$  in den Schritten 23, 24 bzw. 25 gelesen. Die Antriebskraft  $F$  wird aus dem Schlupf der angetriebenen Räder, der anhand der Drehgeschwindigkeit der nicht angetriebenen Räder und der Drehgeschwindigkeit der angetriebenen Räder erhalten wird, auf Basis der Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs, aus dem anhand der Motordrehzahl und der Drosselöffnung erhaltenen Motorausgangsdrehmoment, aus dem anhand der Gangstellung berechneten Raddrehmoment sowie aus der Längsbeschleunigung berechnet.

Schritt 2 umfaßt mit Bezug auf Fig. 5 die folgenden Teilschritte. Koeffizienten  $f_1$  und  $f_2$  sind Wichtungsfunktionen für die Lenkgeschwindigkeit  $d\theta/dt$  sowie die Ist-Gierrate  $\gamma$ ; sie werden aus Datentabellen unter Verwendung der Fahrzeuggeschwindigkeit  $V$  als Adresse gewonnen, wie in Fig. 9 dargestellt (Schritt 31). Die Lenkreaktionskomponenten  $T_1$  und  $T_2$  werden aus diesen Variablen und den entsprechenden Koeffizienten berechnet (Schritt 32). Die Soll-Lenkreaktion  $TA$  wird berechnet, indem diese Komponenten auf summiert werden (Schritt 33). Die Wichtungskoeffizienten  $f_1$  und  $f_2$  für die Lenkgeschwindigkeit  $d\theta/dt$  und die Gierrate  $\gamma$  bestehen jeweils aus einer linearen Funktion, welche mit der Fahrzeuggeschwindigkeit zunehmend größer wird und ab einer bestimmten Fahrzeuggeschwindigkeit einen konstanten Wert annimmt (der Wichtungskoeffizient  $f_2$  ist Null, wenn  $V = 0$ ;  $f_1$  hingegen nimmt einen kleinen Wert an, wenn  $V = 0$ ). Dies trägt der Tatsache Rechnung, daß die Einflüsse äußerer Störungen mit der Fahrzeuggeschwindigkeit zunehmen, wobei es zweckmäßig ist, die Wichtungskoeffizienten  $f_1$  und  $f_2$  mit der Fahrzeuggeschwindigkeit zu erhöhen, um so dieser Tendenz entgegenzuwirken. Es wird dann aus einer Datentabelle unter Verwendung der Antriebskraft  $F$  als Adresse ein Korrekturkoeffizient  $K(F)$  erhalten (Schritt 34), wie in Fig. 10 gezeigt, und die Soll-Lenkreaktion  $TA$  durch den Korrekturkoeffizienten  $K(F)$  geeignet modifiziert (Schritt 35).

Fig. 6 zeigt die Ausführung des Schritts 3. Dieser Prozeß entspricht der Wirkung des Begrenzers  $L$  in Fig. 7. Als erstes wird festgestellt, ob die Soll-Lenkreaktion  $TA$  eine vorbestimmte Höhe  $T_{max}$  überschritten hat (Schritt 41). Wenn dies der Fall ist, wird die Soll-Lenkreaktion  $TA$  auf die vorgeschriebene Maximalhöhe  $T_{max}$  eingestellt (Schritt 42). Wenn die Soll-Lenkreaktion  $TA$  unterhalb dieser vorgeschriebenen Höhe  $T_{max}$  liegt, wird desgleichen festgestellt, ob die Soll-Lenkreaktion  $TA$  unter eine andere vorgeschriebene Höhe  $-T_{max}$  gefallen ist (Schritt 43). Wenn die Soll-Lenkreaktion  $TA$  unterhalb dieser vorgeschriebenen Höhe  $-T_{max}$  liegt, wird die Soll-Lenkreaktion  $TA$  auf die vorgeschriebene Minimalhöhe  $-T_{max}$  eingestellt (Schritt 44).

Die so bestimmte Soll-Lenkreaktion  $TA$  wird zu dem Soll-Hilfsstelldrehmoment hinzuaddiert. Die Summe wird durch die Ausgangsstrombestimmungseinheit 29 in einen dem Treiberkreis 25 zuzuführenden elektrischen Soll-Strompegel umgewandelt.

Wenn somit das Fahrzeug aufgrund Seitenwind von dem beabsichtigten geraden Weg abweicht, wird der Elektromotor 10 in solcher Weise aktiviert, daß die Gierrate selbst bei Fehlen vorsätzlicher Versuche des

Fahrers, das Lenkrad 3 zu drehen, beseitigt oder die Abweichung des Fahrzeugs vom geraden Weg beseitigt werden kann, so daß das Fahrzeug auf den geraden Weg zurückgebracht werden kann. Ähnlich werden, wenn das Fahrzeug über eine ausgefahrene Straße fährt oder in Wasserpfützen hineingerät, die auf der Straßenoberfläche gebildet sind, die resultierenden äußeren Lenkstörungen durch die Wirkung des durch die Servostell-einrichtung erzeugten aktiven Lenkreaktionsdrehmoments ausgeglichen, wodurch das Fahrzeug einen geraden Kurs halten kann, ohne daß der Fahrer sich bemühen muß, das Fahrzeug auf geraden Kurs zu lenken.

Wenn die lenkbaren Räder außerdem angetriebene Räder sind, können Antriebseinflüsse hervorgerufen werden, wenn das Fahrzeug aus dem Stillstand anfährt oder von einer mittleren Geschwindigkeit aus beschleunigt. Auch dies kann bewirken, daß das Fahrzeug von einem geraden Kurs abweicht. Es ist ein vergleichsweise großes Lenkreaktionsdrehmoment erforderlich, um einer derartigen Fahrzeugtendenz entgegenzuwirken oder sie zu beseitigen. Erfindungsgemäß wird in der Antriebskraftberechnungseinheit 28 eine Antriebskraft  $F$  berechnet und die Soll-Lenkreaktion  $TA$  mit einem Korrekturkoeffizienten  $K(F)$  multipliziert, welcher als mathematische Funktion der Antriebskraft  $F$  definiert sein kann, so daß der Parameternutzen oder die Empfindlichkeit der Soll-Lenkreaktion gegenüber der Gierrate erhöht werden kann, wenn das Fahrzeug unter Verhältnissen operiert, in denen die lenkbaren Räder oder die angetriebenen Räder eine Antriebskraft oder eine Traktion hervorrufen, welche ein bestimmtes Niveau übersteigt, und die Entstehung von Antriebseinflüssen erwartet wird. Somit ist nach der Erfindung das Lenk-steuersystem in der Lage, Antriebseinflüsse unter Kontrolle zu halten, ohne die Fähigkeit des Systems zu beeinträchtigen, ein Lenkreaktionsdrehmoment zu erzeugen, das zur Steuerung des Verhaltens des Fahrzeugs auf äußere Lenkstörungen geeignet ist.

Erfindungsgemäß wird die Entstehung von Antriebseinflüssen anhand der Antriebskraft der lenkbaren Räder geschätzt. Das Lenkreaktionsdrehmoment wird so auf die lenkbaren Räder aufgebracht, daß die Wirkung der Antriebseinflüsse beseitigt wird. Folglich können die Lenkstörungen aufgrund Antriebseinflüssen in allen Geschwindigkeitsbereichen vermieden werden, während der zur Manövrierung eines Fahrzeugs in engen und verschlungenen Straßen sowie beim Parken des Fahrzeugs erforderliche manuelle Kraftaufwand beim Lenken in günstiger Weise unter Kontrolle gehalten wird und das irreguläre Verhalten des Fahrzeugs in höheren Geschwindigkeitsbereichen selbst bei Vorhandensein äußerer Störungen, wie beispielsweise Seitenwind, vermieden wird.

Obwohl die Erfindung anhand eines speziellen Ausführungsbeispiels erläutert wurde, sind Modifikationen und Abwandlungen von Details möglich, ohne vom Umfang der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann die Erfindung bei den Lenksteuersystemen Anwendung finden, die in der anhängigen US-Patentanmeldung Nr. 08/122,615 und einer anhängigen deutschen Patentanmeldung mit der Nr. ...., welche auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 06-264592 vom 04. Oktober 1994 basiert, offenbart sind beim Deutschen Patentamt eingereicht am 04.10.1995 und als Anlage A beigefügt.

Es wird ein Lenksteuersystem für ein Fahrzeug vorgeschlagen, bei dem ein Stelldrehmoment in herkömmlicher Weise nach Maßgabe eines auf ein Lenkrad aufgetragenen Lenkdrehmoments auf lenkbare Räder aufge-

bracht wird und ein zusätzliches Stelldrehmoment nach Maßgabe eines Seitendynamikzustands des Fahrzeugs durch einen Elektromotor auf das Lenkrad aufgebracht wird, um die Seitenstabilität des Fahrzeugs selbst bei Vorhandensein äußerer Störeinflüsse, wie beispielsweise Seitenwind, zu steuern. Derartige äußere Störeinflüsse werden als Seitendynamikzustand des Fahrzeugs erfaßt, beispielsweise als Gierrate des Fahrzeugs. Das Lenksteuersystem erzeugt eine Lenkreaktion, die einem solchen Seitendynamikzustand entgegenwirkt, indem das zusätzliche Stelldrehmoment auf die lenkbaren Räder aufgebracht wird, so daß das Fahrzeug trotz solcher äußeren Störeinflüsse einen geraden Kurs halten kann, ohne daß hierzu absichtliche Anstrengungen des Fahrers erforderlich sind. Als eine Form äußerer Störungen können auch aus der auf angetriebene lenkbare Räder ausgeübten Antriebskraft entstehende Antriebseinflüsse unter Kontrolle gehalten werden. Insbesondere ist es durch Verstärken des Lenkreaktionsdrehmoments bei großer Antriebskraft möglich, die Einflüsse von Antriebszerren unter beliebigen Betriebsbedingungen vorteilhaft zu kontrollieren.

#### Patentansprüche

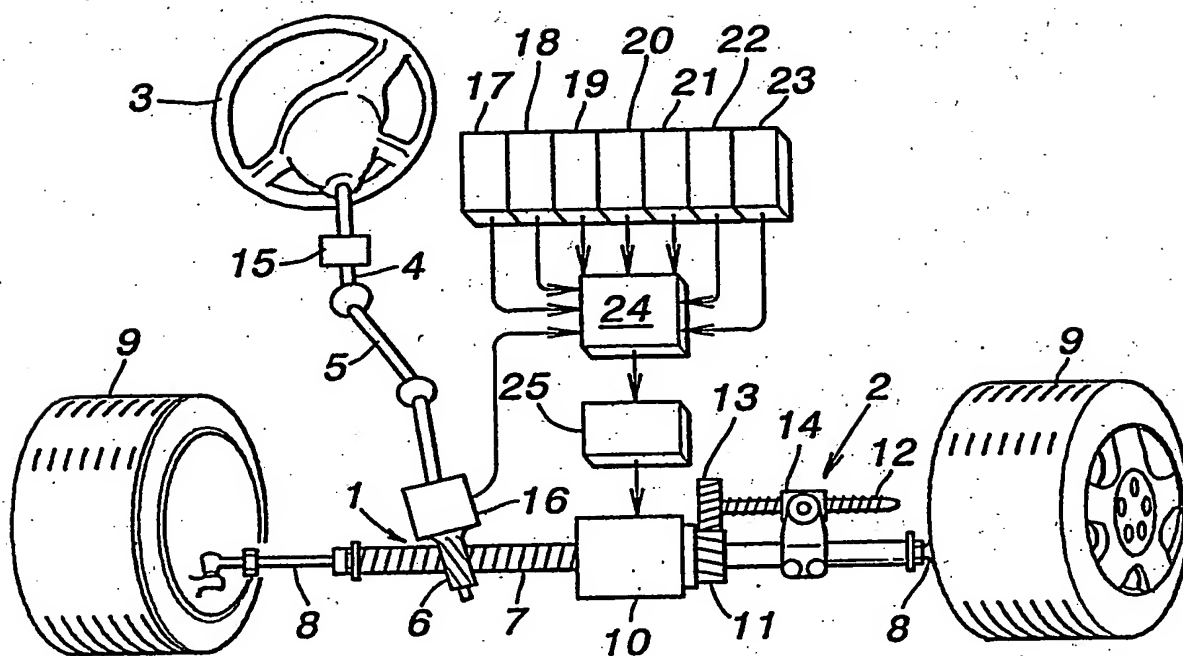
1. Lenksteuersystem für ein mit angetriebenen lenkbaren Rädern (9) ausgestattetes Fahrzeug, umfassend
  - manuelle Lenkdrehmoment-Eingabemittel (3) zum manuellen Aufbringen eines manuellen Lenkdrehmoments auf die lenkbaren Räder (9),
  - Servolenkstellmittel (10) zum Aufbringen eines Stellenkdrehmoments auf die lenkbaren Räder (9),
  - einen Gierratensensor (18) zum Erfassen der Gierrate des Fahrzeugs,
  - Antriebskraftberechnungsmittel (28) zum Berechnen einer Antriebskraft (F) der angetriebenen lenkbaren Räder (9),
  - Steuermittel, um gemäß der erfaßten Gierrate ein zu dem von den Servolenkstellmitteln (10) erzeugten Stelldrehmoment zu addieren, des Lenkreaktionsdrehmoment zu bestimmen, und
  - Modifizierungsmittel, um gemäß der von den Antriebskraftberechnungsmitteln (28) berechneten Antriebskraft (F) das von den Steuermitteln bestimmte Lenkreaktionsdrehmoment zu modifizieren,
 wobei ein durch die Antriebskraft (F) der angetriebenen lenkbaren Räder (9) in dem Fahrzeug erzeugtes Lenkdrehmoment durch das von den Steuermitteln bestimmte und durch die Modifizierungsmittel modifizierte Lenkreaktionsdrehmoment unter Kontrolle gehalten wird.
2. Lenksteuersystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellenkdrehmoment ein Hilfslenkdrehmoment umfaßt, welches im wesentlichen proportional zu dem manuellen Lenkdrehmoment ist, und daß das Lenkreaktionsdrehmoment im wesentlichen proportional zu einer von dem Gierratensensor (18) erfaßten Ist-Gierrate ist, wobei das Lenkreaktionsdrehmoment im Sinne einer Aufhebung der erfaßten Ist-Gierrate gerichtet ist.
3. Lenksteuersystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Lenkreaktionsdrehmoment die Summe aus einem ersten Term, welcher im wesentlichen

sentlichen proportional zu der von dem Gierratensensor (18) erfaßten Ist-Gierrate ist, und einem zweiten Term ist, welcher im wesentlichen proportional zu einer Lenkgeschwindigkeit ist, wobei das Lenkreaktionsdrehmoment der Drehung eines Lenkrads (3) entgegengerichtet ist.

4. Lenksteuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Modifizierungsmittel das von den Steuermitteln bestimmte Lenkreaktionsdrehmoment im wesentlichen unverändert belassen, wenn die Antriebskraft (F) relativ klein ist, und das von den Steuermitteln bestimmte Lenkreaktionsdrehmoment verstärken, wenn die Antriebskraft (F) relativ groß ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

*Fig. 1*





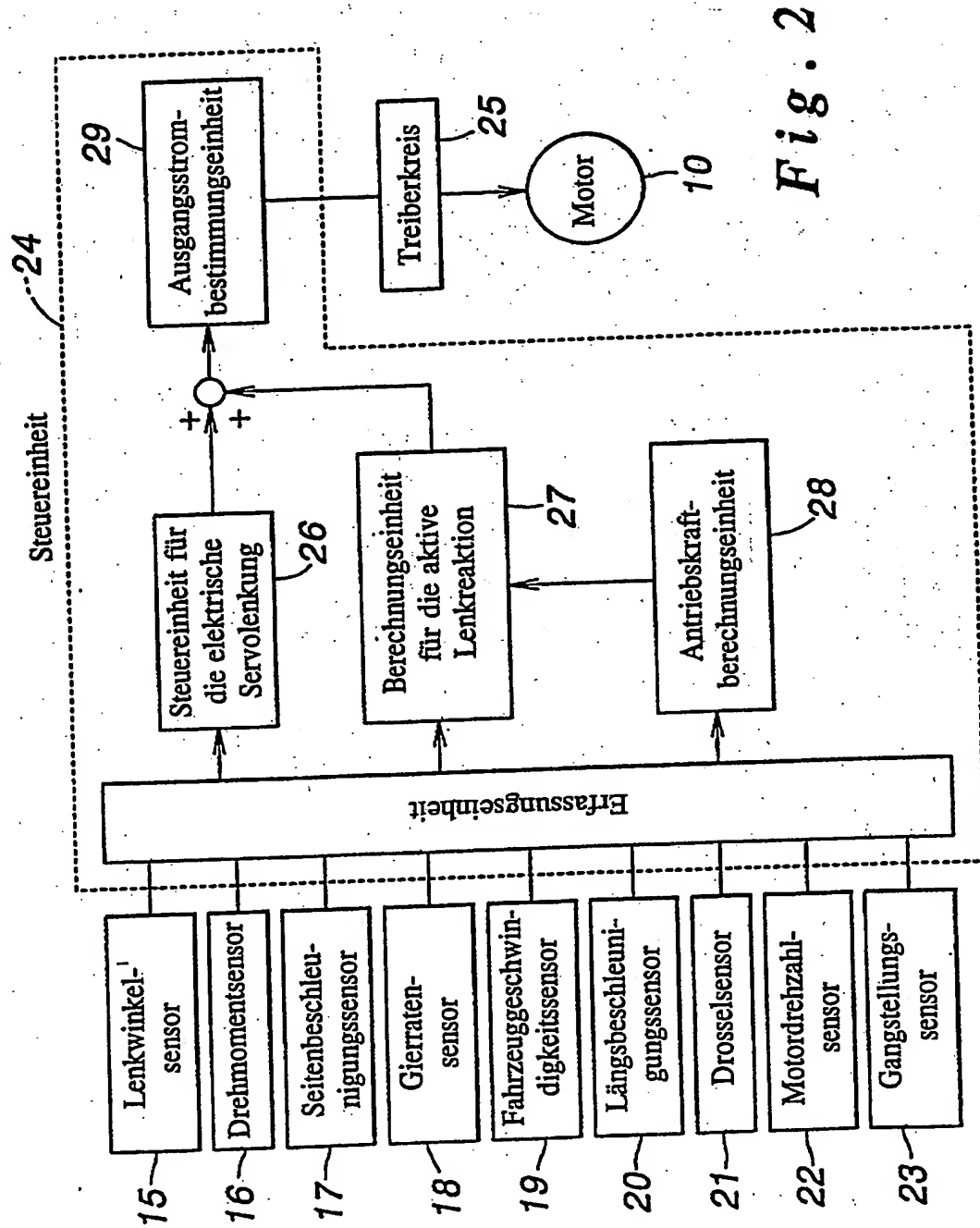
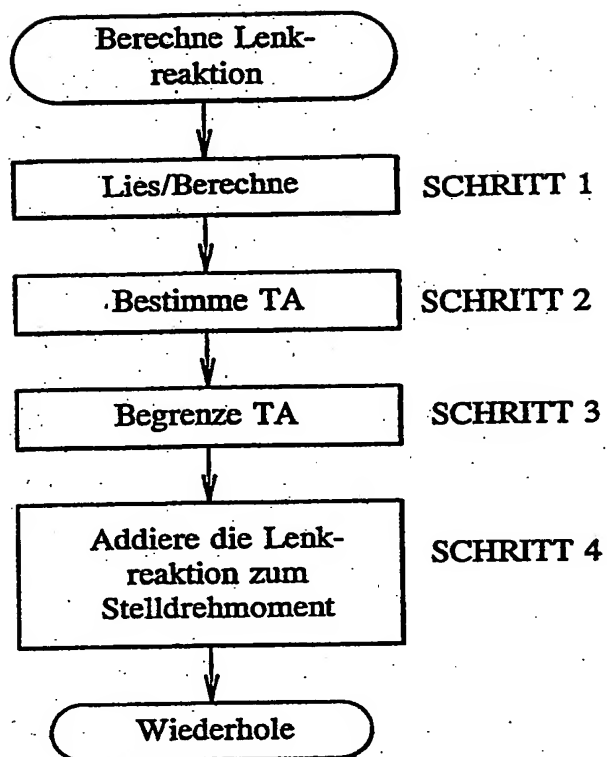


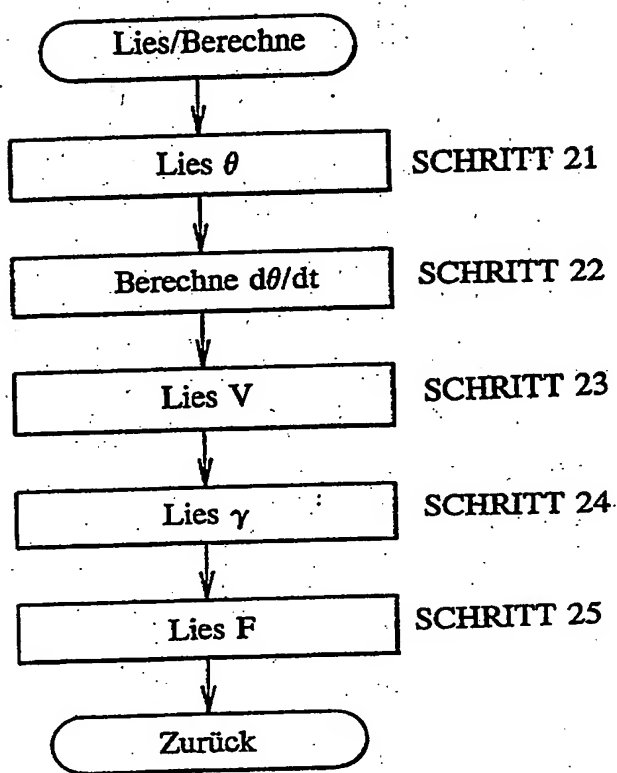
Fig. 2

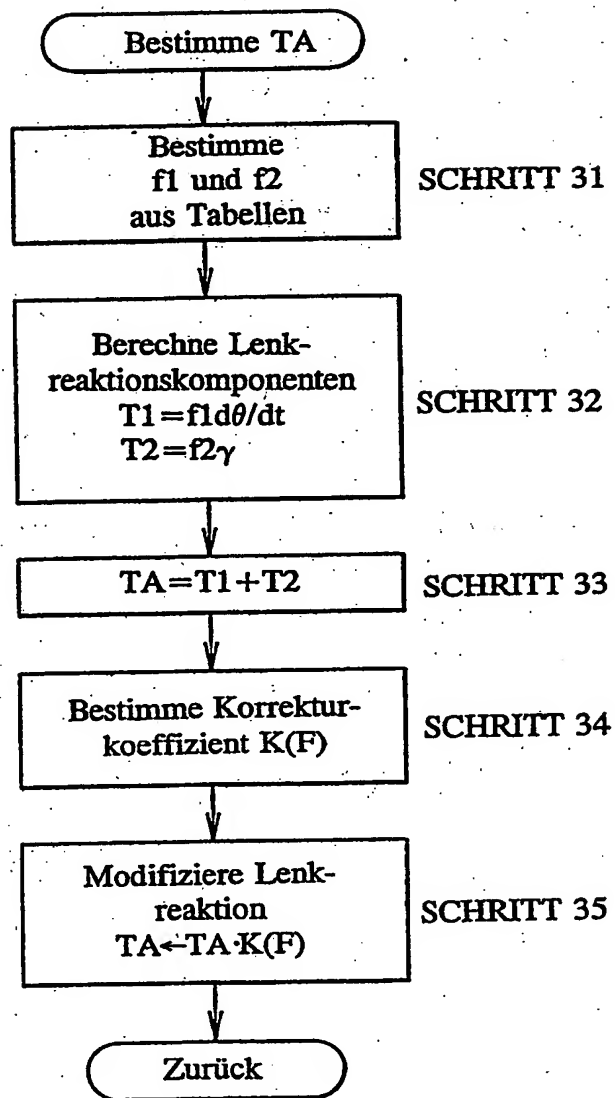


*Fig. 3*



*Fig. 4*



*Fig. 5*

*Fig. 6*

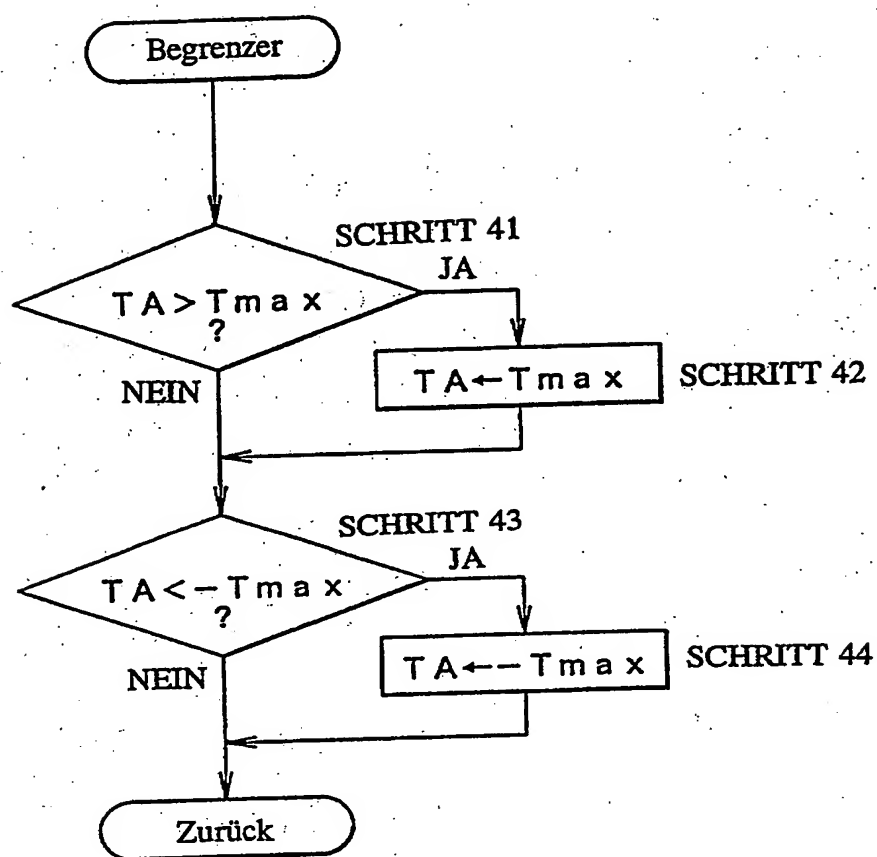


Fig. 7

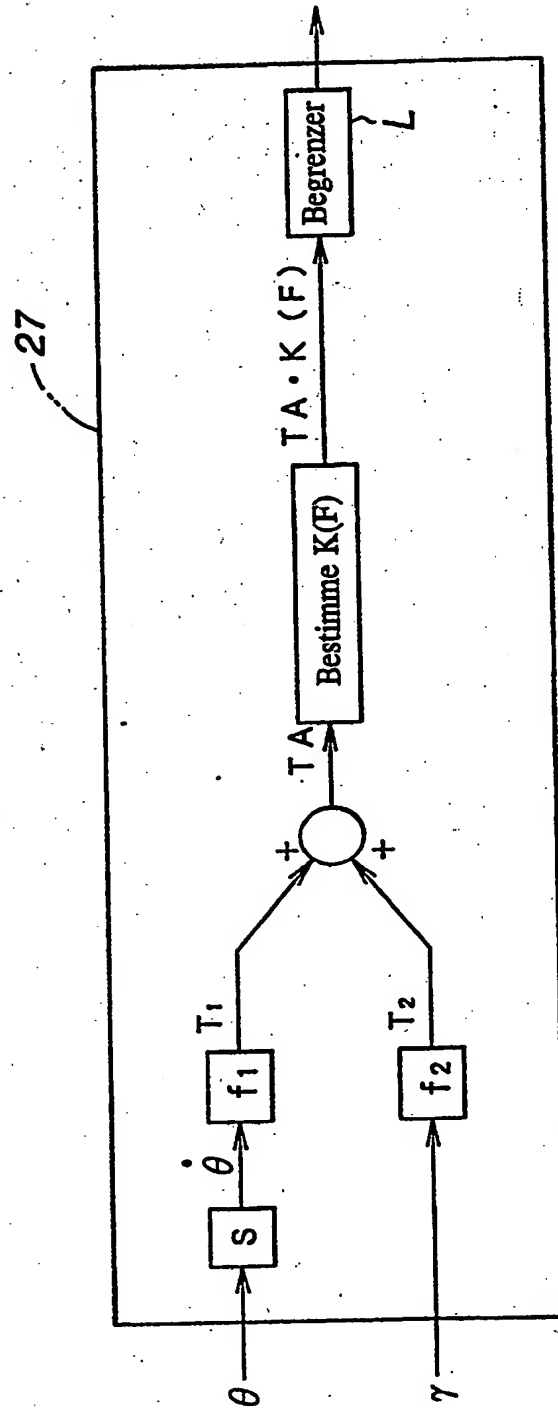
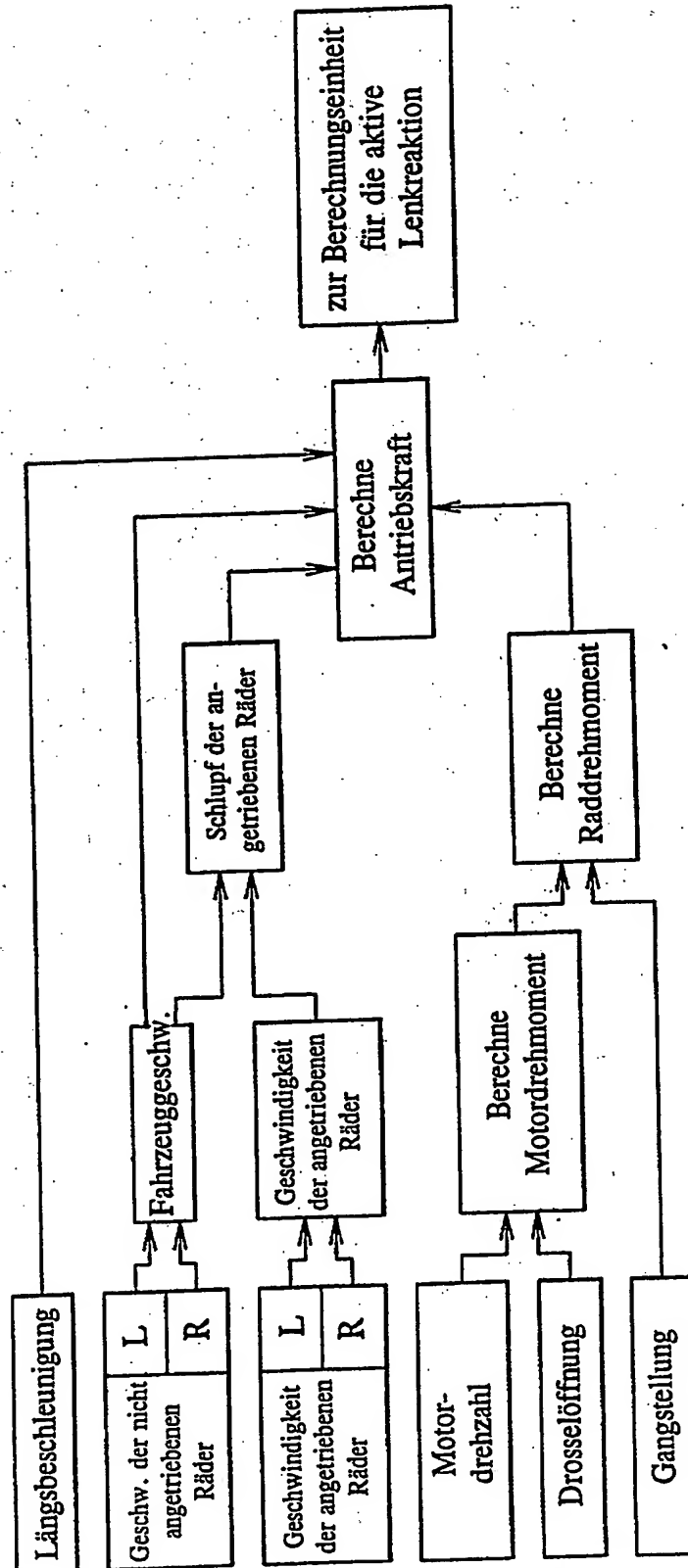
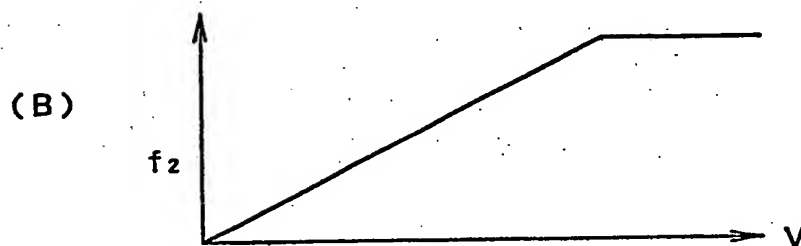
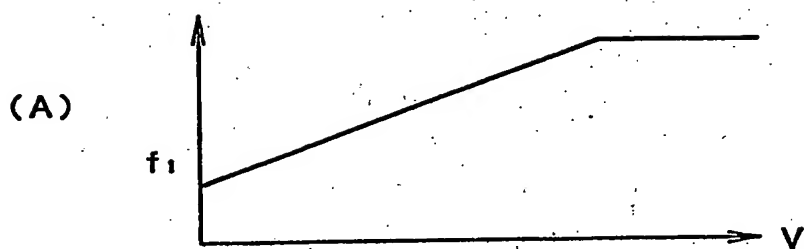


Fig. 8



*Fig. 9*





*Fig. 10*

